

Міністерство освіти і науки України
Національний технічний університет
«Дніпровська політехніка»

Інститут електроенергетики

(інститут)

ЕТФ

(факультет)

Кафедра Систем електропостачання
(повна назва)

ПОЯСНЮВАЛЬНА ЗАПИСКА

кваліфікаційної роботи ступеню бакалавра
(бакалавра, спеціаліста, магістра)

студента _____
(ПІБ)

академічної групи _____
(шифр)

спеціальності Електротехнічні системи електроспоживання
(код і назва спеціальності)

спеціалізації¹ _____

за освітньо-професійною програмою _____

(офіційна назва)

на тему

(назва за наказом ректора)

Керівники	Прізвище, ініціали	Оцінка за шкалою		Підпис
		рейтинговою	інституційною	
кваліфікаційної роботи				
розділів:				
Технологічний				
Спеціальний				
Охорона праці				
Економічний				

Рецензент				
-----------	--	--	--	--

Нормоконтролер				
----------------	--	--	--	--

Дніпро
20__19__

ЗАТВЕРДЖЕНО:

завідувач кафедри
систем електропостачання

_____ Випанасенко С.І.

« _____ » _____ 2019 року

ЗАВДАННЯ

на кваліфікаційну роботу

ступеню бакалавра

студенту _____ академічної групи _____

спеціальності Електротехнічні системи електроспоживання

спеціалізації

за освітньо-професійною програмою бакалавра

на тему Модернізація електричної частини трансформаторної підстанції

затверджену наказом ректора НТУ «Дніпровська політехніка» від 2019 р. №

Розділ	Зміст	Термін виконання
Технологічний	Розрахунок електричних навантажень та вибір основного електрообладнання системи електропостачання.	
Спеціальний	Обрана конфігурація кабеленесучих систем та конфігурація безпроводної системи керування комунікаціями.	
Охорона праці	Визначені правила охорони праці при проведенні монтажних робіт та розраховано контур заземлення.	
Економічний	Економічна оцінка реконструкції системи електропостачання навчально-лабораторного комплексу	

Завдання видано

Дата видачі

Дата подання до екзаменаційної комісії

Прийнято до виконання

РЕФЕРАТ

Пояснювальна записка: __ с, __ рис, __ табл., __ додаток, _ джерел.

ЕЛЕКТРОПОСТАЧАННЯ, ЛАБОРАТОРНИЙ КОМПЛЕКС,
КАБЕЛЬНІ СИСТЕМИ, ЕЛЕКТРООПАЛЕННЯ, ІНДУСТРІЯ 4.0.

Об'єкт розробки – система електропостачання кафедри систем електропостачання з лабораторними комплексами, електроопаленням та використанням систем бездротового контролю та регулювання параметрів освітлення, обігріву та вентиляції.

Мета роботи – реконструкція системи електропостачання університету яка б відповідала стандартам Індустрії 4.0.

Результати та їх новизна – розроблена система електропостачання має відповідати сучасним вимогам до електропостачання лабораторних комплексів та мати захищений доступ до систем децентралізованого керування комунікаціями приміщень.

Новизна полягає у використанні бездротових систем керування параметрами опалення, освітлення та вентиляції.

Взаємозв'язок з іншими роботами – продовження інноваційної діяльності кафедри систем електропостачання Національного технічного університету «Дніпровська політехніка» в сфері розвитку децентралізованих та енергоефективних рішень.

Сфера застосування розробки – інноваційні технології у системах електропостачання.

Практична значимість кваліфікаційної роботи – підвищення надійності та економічності системи електропостачання навчальних та лабораторних приміщень кафедри систем електропостачання.

ЗМІСТ

ВСТУП	
1. Частина ТЕХНОЛОГІЧНИЙ РОЗДІЛ	
1.1 Загальна характеристика об'єкту.	
1.2 Розрахунок системи освітлення	
1.3 Розрахунок електричних навантажень приміщень з електроопаленням.	
1.4 Вибір основного електрообладнання системи електропостачання.	
2. Частина СПЕЦІАЛЬНИЙ РОЗДІЛ	
2.1 Вибір кабельних систем для лоткового типу та конструктивного виконання кабельних систем.	
2.2 Поверхневий монтаж систем каналізації електричної енергії.	
2.3 Системи автоматизованого керування освітленням, вентиляцією та електрообігрівом.	
2.4 Конфігурація системи обміну даними між WI-FI пристроями керування.	
3. Частина ОХОРОНА ПРАЦІ	
3.1 .Правила охорони праці під час експлуатаціїелектронно-обчислювальних машин.	
3.2 Охорона праці при виконанні монтажних робіт	
3.3 Розрахунок контуру заземлення електротехнічної лабораторії.	
4. Частина ЕКОНОМІЧНИЙ РОЗДІЛ	
4.1 Ціль та задачі.	
4.2 Розрахунок капітальних витрат.	
4.3 Розрахунок експлуатаційних витрат.	
ВИСНОВКИ	
Список використаних джерел	
Додаток А	

ВСТУП

В даному дипломному проєкті виконано розробку системи електропостачання кафедри систем електропостачання з метою заміни морально застарілого та фізично зношеного електрообладнання системи електропостачання обладнання. Виконано розрахунок електричних навантажень лабораторних комплексів, навчальних аудиторій, коп'ютерних класів, викладацьких та допоміжних приміщень. У розрахунку системи електропостачання враховано навантаження електроопалення та обрані пристрої контролю температури. З метою керування системами активної вентиляції обрано датчики рівня вуглекислого газу. Для керування освітленням в аудиторіях та кабінетах встановлено модулі датчиків руху за параметром температури, у коридорі за контроль системою освітлення відповідає елемент сутінкового реле. Системи електроопалення контролюються цифровими датчиками за протоком oneWire які пов'язані з WI-FI модулем ESP8266, які на фізичному рівні пов'язані з релейним модулем для керування електроопаленням.

ТЕХНОЛОГІЧНА ЧАСТИНА

1.1 Загальна характеристика об'єкту

Відповідно до наказу Міністерства освіти і науки України № 1636 від 20.12.2017 р. Державний вищий навчальний заклад «Національний гірничий університет» перейменовано в Національний технічний університет «Дніпровська політехніка». Політехнічний тренд розвитку університету є наслідком розширення спектра спеціальностей, пропонованих для здобуття вищої освіти по всіх щаблях і надає широкі можливості для здійснення закордонних стажувань, отримання міжнародних грантів і дипломів університетів-партнерів, а також паралельного навчання за іншою спеціальністю з метою отримання другої вищої освіти.

Університет був заснований в 1899 році як Катеринославське вище гірниче училище. Перший набір склав всього 77 осіб. Сьогодні загальна кількість студентів «Дніпровської політехніки» становить понад десяти тисяч. Університет готує висококваліфікованих фахівців за 40 спеціальностями, серед яких інженерні, комп'ютерні, філологічні та економічні. НТУ «ДП» - визнаний і відомий не тільки в межах України, а й в усьому світі, як навчальний і науковий центр.

В структуру університету входять: п'ять інститутів і дев'ять факультетів; три технікуму; аспірантура і докторантура.

Вища освіта, яку пропонує «Дніпровська політехніка» - це поєднання багаторічного досвіду, майже за 120 років існування, в підготовці висококваліфікованих фахівців, і новітніх методів навчання. Інформаційне забезпечення в університеті здійснюється за допомогою підручників, навчальних посібників і електронних ресурсів. Фонд бібліотеки університету складає близько 1,5 млн. Примірників. Бібліотека «Дніпровської політехніки» є одним з найбільших інформаційних центрів навчальних закладів в країні. Студенти, які навчаються в нашому університеті, мають

великі можливості і широку мобільність в європейському просторі. Важливе значення в НТУ «ДП» надається міжнародному обміну та стажування студентів і викладачів. Студенти мають можливість отримати два дипломи - нашого і університету, який є його міжнародним партнером.

Навчальний процес забезпечують близько тисячі викладачів, більше половини з яких мають науковий ступінь або вчене звання. Серед них: 25 лауреатів Державних премій в галузі науки і техніки України, кожен шостий - заслужений діяч науки і техніки, або відмінник освіти України.

Навчання передбачає ґрунтовну мовну підготовку під керівництвом досвідчених викладачів університету та запрошених з-за кордону. Рівень знань студентів достатній для складання іспитів і отримання сертифікатів міжнародного рівня, наприклад, TOEFL або Zertifikat Deutsch.

Міжнародна діяльність «Дніпровської політехніки» спрямована на досягнення головної мети - визнання його наукових шкіл на світовій арені в сфері науки і підготовки фахівців.

Університет прийнято в ряд престижних міжнародних освітніх і наукових організацій. Дев'яте місце згідно з рейтингом Webometrics свідчить про значне зміцнення позицій університету в інформації на просторі. За оцінкою міжнародної групи експертів ЮНЕСКО та центру «Євроосвіта», які становлять академічний рейтинг «Топ-200 Україна» (2017), Національний гірничий університет сьомий рік поспіль увійшов в десятку кращих і посів шосте місце серед 200 університетів країни.

У 1921 році на базі гірничого факультету відкрито новий гірничо-механічний факультет з двома відділеннями — механічним і електротехнічним. Питання щодо його створення піднімалося й раніше, тому що на рудниках і заводах відчувався недолік інженерів, достатньо підготовлених для обслуговування механічних і електромеханічних

пристроїв. Його створенню також сприяло й те, що у липні 1921 року Катеринославському гірничому інституту було передано електро-механічний факультет колишнього Катеринославського державного політехнічного інституту, що складався з механічного і електротехнічного відділень. Цю дату вважають датою утворення нинішньої провідної кафедри систем електропостачання. Назва кафедри декілька разів змінювалася. Так, до 1965 року це була кафедра гірничої електротехніки. Потім – електрифікації гірничих робіт і промислових підприємств, а з 1988 року – кафедра систем електропостачання.

Безпосередньо об'єктом реконструкції є 9 поверх 7 корпусу університету. При виконанні початкової ревізії системи електропостачання виявлено фізично зношені комутаційні апарати, ізоляція кабельних ліній живлення окремих кабінетів має пошкодження термічного характеру про що свідчить потемніння окремих ділянок кабельних ліній. Відсутні однолінійні схеми розподільчих пристроїв.

За результатами подальшого огляду були виявлені такі особливості схеми системи електропостачання:

1. Силові лінії мають одне джерело живлення (відсутній резерв).
2. Освітлення розділене на дві основні групи розподільчими пристроями:
 - Розподільчий пристрій освітлення коридору;
 - Окремі групи освітлення кімнат комутаційні апарати яких знаходяться у головному розподільчому пристрої 9 поверху.
3. У головному розподільчому пристрої встановлений ввідний вимикач та приєднання через автоматичні вимикачі окремих груп силових розеток.

1.2 Розрахунок освітлення

Згідно ДБН В.2.5-28-2006

ШТУЧНЕ ОСВІТЛЕННЯ

1. Штучне освітлення поділяється на робоче, аварійне, охоронне, чергове. Аварійне освітлення поділяється на освітлення безпеки і евакуаційне. Для загального штучного освітлення приміщень слід використовувати, як правило, розрядні джерела світла, віддаючи перевагу за однакової потужності джерелам світла з найбільшою світловою віддачею і строком служби.

2. Штучне освітлення може бути двох систем - загальне та комбіноване.

3. Робоче освітлення слід передбачати для всіх приміщень будинків, а також ділянок відкритих просторів, призначених для роботи, проходу людей та руху транспорту. Для приміщень, які мають зони з різними умовами природного освітлення та різними режимами роботи, повинно передбачатись окреме керування освітленням таких зон. За необхідності частина світильників робочого або аварійного освітлення може бути використана для чергового освітлення. Нормовані характеристики освітлення в приміщеннях і зовні будинків може забезпечуватись як світильниками робочого освітлення, так і спільним з ним освітленням світильниками безпеки і (або) евакуаційного освітлення.

Порядок розрахунку:

1. Розраховують приблизну кількість світильників загального освітлення у приміщенні за формулою:

(1)

$$N = (A \cdot B) / L^2$$

A і B – довжина і ширина приміщення, м;

H_p – висота підвісу світильників над рівнем робочої поверхні, м:

(2)

$$H_p = H - h_p - h_c,$$

$h_p=0,8$ м, висота робочої поверхні над підлогою; $h_c=0,5$ м, відстань світлового центру світильника від стелі, або:

(3)

$$H_P = L/1,5,$$

L – відстань між рядами світильників; оптимальна відстань між світильником при багаторядному розташуванні, м, визначається:

(4)

$$L = 1,5 \cdot H_P$$

2. Визначають світловий потік однієї лампи світильника Φ за формулою:

(5)

$$\Phi = (E_H \cdot S \cdot Z \cdot K_3) / (N \cdot n \cdot \eta),$$

де E_H – нормована освітленість, лк.

S – площа приміщення, що освітлюється, m^2 ;

K_3 – коефіцієнт запасу, що враховує зниження освітленості в результаті забруднення та старіння ламп;

Z – коефіцієнт нерівномірності освітлення ($Z = 1,15$ для ламп розжарювання та ДРЛ; $Z = 1,1$ для люмінесцентних ламп);

N – кількість світильників (розрахована попередньо за формулою 1)

n – кількість ламп в світильнику ;

η – коефіцієнт використання світлового потоку, визначається за світлотехнічною таблицею 1 в залежності від індексу приміщення, коефіцієнтів відбиття стелі, стін для світильників з люмінесцентними лампами; значення η визначають в залежності від індексу приміщення і:

(6)

$$i = (A \cdot B) / (H_P \cdot (A + B)),$$

3. Визначивши світловий потік лампи Φ , за таблицею 2 вибирають найближчу стандартну лампу, причому її світловий потік не повинен відрізнятись від розрахункового більше ніж на $(-10) - (+20) \%$.

Розраховують необхідну кількість світильників у приміщенні N_H за формулою:

(7)

$$N = E_n \cdot S \cdot K_3 \cdot Z / (\Phi \cdot n \cdot \eta)$$

4. Розраховують очікувану освітленість у приміщенні E_p за необхідної кількості світильників N_H і відомих всіх інших значеннях за формулою:

(8)

$$E_p = (\Phi \cdot N \cdot n \cdot \eta) / (S \cdot Z \cdot K_3).$$

Першому етапу розрахунку підлягає розрахунок освітлення приміщень кабінетів та навчально-лабораторних аудиторій.

1. Кімнати 901, 902 та 905 мають однакову площу, тому кількість та тип світильників аналогічні. Кімнати відносяться до типу робочих кабінетів площею 15 метрів квадратних, вимоги до освітленості (300 люкс).
2. Кімнати 903, 907, 911, 912, 914 мають однакову площу тому кількість та тип світильників аналогічні. Кімнати відносяться до типу лабораторних комплексів площею 42 метри квадратних, вимоги до освітленості (500 люкс).
3. Кімнати 909 та 904 мають однакову площу тому кількість та тип світильників аналогічні. Кімнати відносяться до типу навчальних кабінетів та комп'ютерних класів площею 72 метри квадратних, вимоги до освітленості (500 люкс).
4. Кімната 913 відносяться до типу робочих кабінетів (викладацьких) площею 42 метри квадратних, вимоги до освітленості (500 люкс).
5. Приміщення 915 включає в себе коридор, санітарні та технічні приміщення загальною площею 302 метри квадратних, вимоги до освітленості (150 люкс).
6. Кімната 910 відносяться до типу складських приміщень площею 7,5 метрів квадратних, вимоги до освітленості (300 люкс).

7. Кімната 906 відносяться до типу майстерень площею 12 метрів квадратних, вимоги до освітленості (500 люкс).

Таблиця 1

Результати розрахунку освітлення							
Номер приміщення	Вимога до освітленості (Люкс)	Площа (М ²)	Висота стелі (М)	Кількість світильників (шт.)	Потужність одиничного джерела світла (кВт)	Освітленість	Світловий потік
901, 902, 905.	300	15	2,7	3	0,25	12600	1400
903, 907, 911, 912, 914.	500	42	2,7	3	0,25	21000	2333
906	500	12	2,7	3	0,2	6000	2000
910	300	7,5	2,7	3	0,11	2250	1125
909,904.	500	72	2,7	9	0,4	36000	4000
913	500	42	2,7	9	0,25	21000	2333
915	150	302	2,7	36	0,25	90600	2517

1.3 Розрахунок електричних навантажень приміщень з електроопаленням.

Розрахунок електричних навантажень проводиться методом коефіцієнту попиту. Відповідно за вихідними даними матимемо:

1. Номінальну потужність електроприймачів $P_{\text{акт.}}$ (кВт);
2. Коефіцієнт попиту кожного електроприймача $K_{\text{п.}}$;
3. Коефіцієнт потужності кожного електроприймача $\cos \varphi$.

З метою спрощення розрахунку приймаємо припущення, що всі навантаження симетрично розподілені на трифазну мережу.

Результати розрахунків

Таблиця 2

Розрахунок електричних навантажень приміщення № 901, 902, 905.										
№	Наймен.	P (кВт)	(Cos φ)	(Кп.)	N (шт.)	Pp. (кВт)	Iроз. (А)	Sp. (кВА)	Q (квар)	Scум. (кВА)
1	Принтер	0,15	0,9	0,01	1	0,0015	0,72	0,16	0,00032	5,38
2	Факс	0,1	0,9	0,01	1	0,001	0,48	0,11	0,00021	
3	Кондиціонер	2	0,8	0,7	1	1,4	10,86	2,5	0,63	
4	Компютер	1,5	0,9	0,95	1	1,425	7,24	1,66	0,30083	
5	Обігрівач	2,2	0,95	0,8	1	1,76	10,06	2,31	0,18063	
6	Освітлення	0,25	0,9	0,9	3	0,225	1,20	0,27	0,0475	

Таблиця 3

Розрахунок електричних навантажень приміщення № 903, 907, 911, 912, 914.										
№	Наймен.	P (кВт)	(Cos φ)	(Кп.)	N (шт.)	Pp. (кВт)	Iроз. (А)	Sp. (кВА)	Q (квар)	Scум. (кВА)
1	Принтер	0,15	0,9	0,01	2	0,0015	0,72	0,17	0,00	13,04
2	Факс	0,1	0,9	0,01	1	0,001	0,48	0,11	0,00	
3	Кондиціонер	2	0,8	0,7	1	1,4	10,87	2,50	0,63	
4	Компютер	1,5	0,9	0,95	3	1,425	7,25	1,67	0,30	
5	Обігрівач	2,2	0,95	0,8	3	1,76	10,07	2,32	0,18	
6	Освітлення	0,25	0,9	0,9	9	0,225	1,21	0,28	0,05	

Таблиця 4

Розрахунок електричних навантажень приміщення № 909.										
№	Наймен.	P (кВт)	(Cos φ)	(Кп.)	N (шт.)	Pp. (кВт)	Iроз. (А)	Sp. (кВА)	Q (квар)	Scум. (кВА)
1	Принтер	0,15	0,9	0,01	2	0,0015	0,72	0,17	0,00	37,35
2	Факс	0,1	0,9	0,01	1	0,001	0,48	0,11	0,00	
3	Кондиціонер	2	0,8	0,7	1	1,4	10,87	2,50	0,63	
4	Компютер	1,5	0,9	0,95	18	1,425	7,25	1,67	0,30	
5	Обігрівач	2,2	0,95	0,8	4	1,76	10,07	2,32	0,18	
6	Освітлення	0,4	0,9	0,9	9	0,36	1,93	0,44	0,08	

Таблиця 5

Розрахунок електричних навантажень приміщення № 904.										
№	Наймен.	P (кВт)	(Cos φ)	(Кп.)	N (шт.)	Pp. (кВт)	Iроз. (А)	Sp. (кВА)	Q (квар)	Scум. (кВА)
1	Принтер	0,15	0,9	0,01	0	0,0015	0,72	0,17	0,00	10,53

2	Факс	0,1	0,9	0,01	0	0,0010	0,48	0,11	0,00
3	Кондиціонер	2	0,8	0,7	1	1,4000	10,87	2,50	0,63
4	Комп'ютер	1,5	0,9	0,95	0	1,4250	7,25	1,67	0,30
5	Обігрівач	2,2	0,95	0,8	4	1,7600	10,07	2,32	0,18
6	Освітлення	0,25	0,9	0,9	9	0,2250	1,21	0,28	0,05

Таблиця 6

Розрахунок сумарного навантаження

Розрахунок електричних навантажень приміщення № 910.										
№	Наймен.	P (кВт)	(Cos φ)	(Кп.)	N (шт.)	Pp. (кВт)	Iроз. (А)	Sp. (кВА)	Q (квар)	Scум.(кВА)
1	Принтер	0,15	0,9	0,01	0	0,0015	0,72	0,17	0,00	2,18
2	Факс	0,1	0,9	0,01	0	0,001	0,48	0,11	0,00	
3	Кондиціонер	2	0,8	0,7	0	1,4	10,87	2,50	0,63	
4	Комп'ютер	1,5	0,9	0,95	0	1,425	7,25	1,67	0,30	
5	Обігрівач	2,2	0,95	0,8	1	1,76	10,07	2,32	0,18	
6	Освітлення	0,11	0,9	0,9	1	0,099	0,53	0,12	0,02	

Таблиця 7

Номер кімнати	Pp.(кВт)	Q (квар)	Scум. (кВА)	I _{max.p.сум.}	I _{max.p.n}
№ 901, 902, 905.	9,6235	2,17	97,34	140,5	14,24
№ 903, 907, 911, 912, 914.	4,8125	1,16			7,14
№ 909.	3,5475	1,19			5,4
№ 904.	4,8125	1,16			7,1
№ 913.	4,8125	1,16			7,2
№ 906.	4,7675	1,15			7,08
№ 910	1,859	0,20			2,7

1.4 Вибір основного електрообладнання системи електропостачання.

Відповідно до ДБН В.2.5-23:2010 С. 51.

Улаштування внутрішніх електричних мереж

4.27 На всіх об'єктах житла і громадського призначення слід застосовувати кабелі і проводи з мідними жилами. Мережі живлення і

розподільні мережі, якщо їх розрахунковий переріз дорівнює 16 мм² і більше, як правило, виконуються кабелями і проводами з алюмінієвими жилами. Живлення окремих електроприймачів, крім електроприймачів квартир, які відносяться до інженерного обладнання (насоси, вентилятори, калорифери, кондиціонери тощо), може виконуватись кабелями або проводами з алюмінієвими жилами перерізом не менше ніж 2,5 мм², за винятком тих, що встановлені на віброосновах.

4.28 Спосіб монтажу електропроводки залежно від типу кабелів і проводів повинен вибиратись відповідно до таблиці 4.1 за умови, що зовнішній вплив на кабелі і проводи відповідає вимогам чинних нормативних документів на ці кабелі і проводи.

4.29 В електроустановках культурно-видовищних, культових будинків і споруд та закладів дозвілля, фізкультурно-оздоровчих і спортивних споруд кабелі, проводи і улаштування мереж повинні відповідати також вимогам розділу 3 НПАОП 40.1-1.32. 4.29 У всіх будинках та спорудах лінії групової мережі, що прокладаються від групових, поверхових і квартирних щитків до світильників загального освітлення, штепсельних розеток і стаціонарних електроприймачів, повинні виконуватись трипровідними (L-, N- і РЕ-провідники). N- і РЕ-провідники повинні мати відповідне кольорове або інше маркування. Не допускається об'єднувати N-провідники, а також РЕ-провідники різних ліній групової мережі, на відміну від розподільних мереж (див. 4.4). N- і РЕ-провідники не допускається підключати на щитках під спільний контактний затискач. Переріз провідників повинен відповідати вимогам ДБН В.2.5-27, глави 1.7 ПУЕ.

Робота електричних апаратів без пошкоджень може бути забезпечена тільки при правильному виборі їх за умовами роботи в тривалому режимі при максимальному навантаженні і в режимі короткого замикання в мережі. Електричні апарати необхідно вибирати по каталогах, виходячи з умов

нормального режиму. Вибрані апарати потім слід перевірити по режиму максимальних струмів КЗ для точок, де передбачається установка того або іншого апарату.

Автоматичні вимикачі обирають за умовами;

Попередньо вибираємо автоматичний вимикач ВА-47-29 (С16) для кімнат № 901, 902, 905.

1. Номінальної напруги мережі;

(9)

$$U_{\text{уст.}} \leq U_{\text{ном.}}$$

$$380 \text{ В} \leq 400 \text{ В}$$

де $U_{\text{уст.}}$ - напруга мережі, $U_{\text{ном.}}$ - номінальна напруга вимикача.

2. За струмом довгочасного режиму;

(10)

$$I_{\text{max роб.}} \leq I_{\text{ном.}}$$

$$14,24 \text{ А} \leq 16 \text{ А}$$

де $I_{\text{max роб.}}$ - максимальний робочий струм, $I_{\text{ном.}}$ номінальний струм вимикача.

3. За номінальним струмом розщеплювача;

(11)

$$16 \text{ А} \geq 14,24 \text{ А}$$

де $I_{\text{ном.розч.}}$ номінальний струм розщеплювача, $I_{\text{ном.}}$ номінальний робочий струм.

4. Перевірка за струмом спрацьовування електромагнітного розщеплювача;

(12)

$$I_{\text{спрац.розч.}} \geq 1,25 I_{\text{max.}}$$

$$160 \text{ A} \geq 1,25 \cdot 16 \text{ A}$$

де $I_{\text{спрац.розч.}}$ – струм спрацьовування електромагнітного розчеплювача.

Відповідно до перевірки приймаємо вимикач серії ВА-47-29 (С16).

Переріз кабельних лінії обирають за умовами;

Попередньо обираємо кабель ВВГнг 4х2,5 з допустимим струмом $I_{\text{доп.}} = 16 \text{ A}$.

1. За нагрівом протяжним робочим струмом;

(11)

$$I_{\text{max роб.}} \leq K_{\text{с.н.}} \cdot I_{\text{доп.}}$$

$$14,24 \text{ A} \leq 0,9 \cdot 16 \text{ A}$$

$$14,24 \text{ A} \leq 14,4 \text{ A}$$

2. За умовою відповідності обраному комутаційному апарату;

(12)

$$K_{\text{с.н.}} \cdot I_{\text{доп.}} \geq K_{\text{зах.}} \cdot I_{\text{спрац.АВ}}$$

$$0,9 \cdot 16 \text{ A} \geq 0,01 \cdot 160 \text{ A}$$

де $I_{\text{доп.}}$ - Протяжно допустимий струм кабельної лінії, $I_{\text{спрац.АВ}}$ - струм спрацьовування комутаційного апарату, $K_{\text{с.н.}}$ – поправочний коефіцієнт на умови прокладання кабелю.

За результатами розрахунку обрані автоматичні вимикачі груп електроприймачів кафедри.

Таблица 8

Номер кімнати	Тип кабелю	Тип АВ	Іспрац.зах.
---------------	------------	--------	-------------

№ 901, 902, 905.	ВВГ _{нг} 4х2,5	С 16	160
№ 903, 907, 911, 912, 914.	ВВГ _{нг} 4х2,5	С10	100
№ 909.	ВВГ _{нг} 4х2,5	С6	6
№ 904.	ВВГ _{нг} 4х2,5	С10	100
№ 913.	ВВГ _{нг} 4х2,5	С10	100
№ 906.	ВВГ _{нг} 4х2,5	С10	100
№ 910	ВВГ _{нг} 4х2,5	С4	40

СПЕЦІАЛЬНИЙ РОЗДІЛ

2.1 Вибір кабельних систем для лоткового типу та конструктивного виконання кабельних систем.

Кабельні лотки – це електротехнічні вироби, які являють собою металевий профіль. Вони виготовляються зі сталі, що оцинкована за методом Сендзимира з метою тривалої експлуатації. В залежності від призначення, лотки можуть бути перфорованими або без перфорації. Застосовуються, зазвичай, з кришкою – для підвищення ступеню захисту кабелів.

Заповнення лотків і вимоги до укладення проводів

Вибір лотків залежить від того, який об'єм лотка займатимуть кабелі та проводи, і відповідно враховувати гранично допустимі навантаження на лоток і деталі кріплення.

«Правила устрою електроустановок» регламентують:

п.2.1.60. На лотках, опорних поверхнях, тросах, струнах, полосах та інших несучих конструкціях допускається прокладення кабелів і проводів упритул один до одного пучками (групами) різної форми (наприклад, круглої, прямокутної в декілька шарів). Проводи та кабелі кожного пучка повинні бути скріплені між собою.

п.2.1.61. В коробах (лотках) проводи та кабелі допускається прокладати багатошаровим упорядкованим і довільним (розсипом) взаємним розташуванням. Сума перерізів проводів і кабелів, розрахованих за їх зовнішніми діаметрами, включаючи ізоляцію та зовнішні оболонки, не повинна перевищувати: для глухих коробів – 35% перерізу короба в світлі; для коробів з кришками, що відкриваються – 40%.

п.2.1.62. Допустимі тривалі струми на проводи та кабелі, які прокладені пучками (групами) або багатьма шарами, повинні прийматися з урахуванням понижуючих коефіцієнтів, які враховують кількість і

розташування провідників (жил) у пучку, кількість і взаємне розташування пучків (шарів), а також наявність ненавантажених провідників.

п.2.1.63. Труби, коробки та гнучкі металеві рукава електропроводок повинні прокладатися так, щоби в них не могла накопичуватися волога, в тому числі від конденсації пару в повітрі.

п.2.1.64. В сухих непильних приміщеннях, в яких відсутні пари та гази, що негативно впливають на ізоляцію та оболонку проводів і кабелів, допускається з'єднання труб, коробів і гнучких металевих рукавів без ущільнення.

З'єднання труб, коробів і гнучких металевих рукавів між собою, а також з коробами, корпусами електрообладнання і т.п. повинно бути виконано:

- в приміщеннях, котрі вміщують пари або гази, які негативно діють на ізоляцію або оболонки проводів і кабелів, у зовнішніх установках і в місцях, де можливе попадання в труби, коробки та рукава мастила, води або емульсії;
- з ущільненням, коробка в цих випадках повинні бути з суцільними стінками та з ущільненими суцільними кришками;
- в пильних приміщеннях – з ущільненням з'єднань і відгалужень труб, рукавів і коробів для захисту від пилу.

п. 2.1.65. З'єднання сталевих труб і коробів, які використовуються як якості заземлюючих або нульових захисних провідників, повинно відповідати вимогам.

2.2 Поверхневий монтаж систем каналізації електричної енергії

Велика частина трудовитрат припадає на першу стадію монтажу: установлення опорних конструкцій, укладення та закріплення на них лотків і коробів, з'єднання останніх у магістраль та її заземлення.

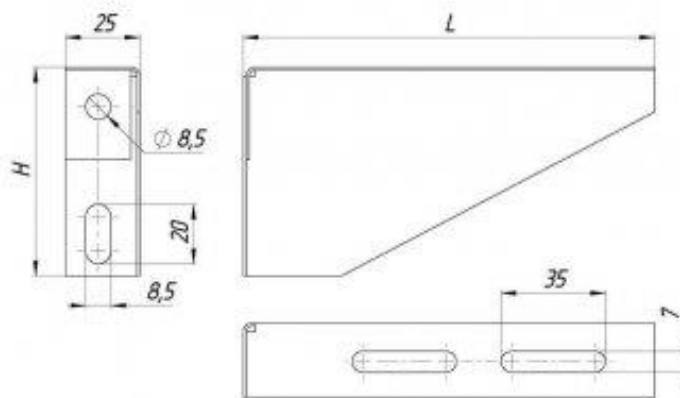


Рис. 1 Кранштейн настінний

Установлення лотків і коробів на підготовленій трасі виконується у приміщеннях із завершеним оздобленням для запобігання їх пошкодження. Опорними деталями для них служать елементи кабельних конструкцій, монтажні перфоровані профілі та штаби, кронштейни. Опорні консолю, кронштейни та інші підвісні конструкції виготовляються в монтажних майстернях зі сталевих профілів, але також у якості опорних можуть використовуватися елементи збірних кабельних конструкцій заводського виготовлення. Підвісні конструкції для установлення лотків рекомендовано виконувати роз'ємними, щоби забезпечити закладання проводів і кабелів без протягання їх всередині магістралей. Обходи перешкод лотковими магістралями, їх повороти та розгалужування від них виконуються зазвичай за допомогою сталевих монтажних перфорованих профілів і штаб або кутових, трійникових та хрестоподібних секцій. У тих випадках, коли магістраль виходить за межі одного приміщення, лотки пропускають крізь отвори в стінах і перекриттях або в будівельні конструкції розміщуються відрізки труб для пропуску проводів і кабелів.

Для полегшення монтажу лотків при обходах і перехрещеннях використовують виносні опорні конструкції, які забезпечують прямолінійне розташування лотків. В прогонах цехів кріплення лотків і коробів

здійснюють на несучих тросах і тросових підвісках за допомогою тросових розтяжок. При розмічуванні трас використовують нормовані розміри, тобто висота розміщення лотків над підлогою або площадкою обслуговування повинна бути не менш 2 метрів при їх установленні на стінах та не нижче 2,5 метрів під перекриттям. При прокладанні трас у кабельних напівповерхах, підвалах електромашинних приміщень, проходах за щитами та панелями станцій управління, переходах між ними та інших приміщеннях, які обслуговуються спеціально навченим персоналом, висота розташування лотків не нормується. При перехрещенні лотків із трубопроводами відстань між ними повинна бути не менш 50 мм, а при їх паралельному прокладенні – не менш 100 мм; при перехрещенні лотків з трубопроводами з горючими рідинами або газами відстань між ними повинна бути не менш 100 мм, а при їх паралельному прокладенні – не менш 250 мм. Відстань між точками кріплення лотків не нормовані, але зазвичай це 2...2,5 м. Конструкції та кронштейни для встановлення лотків прикріплюються до сталевих основ дюбелями, забитими будівельно-монтажним пістолетом, а до закладних або інших металевих конструкцій – зварюванням або распорними дюбелями.

Зварні лотки кріпляться до кабельних полиць або до монтажних профілів спеціальними притискачами. Лотки, які призначені для установлення на кабельних полицях, спочатку з'єднують в секції, підіймають на опорні конструкції та закріплюють таким чином, щоби виключити можливість їх падіння або сповзання.

Доцільно прокладати лотки під перекриттями на тросі або канаті. Для цього між балками натягують катанку діаметром 8...10 мм, яка кріпиться на скобах до П-подібних кронштейнів, встановлених на балках та має натяжні пристрої. Після укладення проводів і з'єднання лотків загинають їх бортики навколо катанки через кожні 500...800 мм.

Лотки у будь-якому просторовому положенні та на будь-якій висоті кріплять до стін, перекриттів, колон, ферм на кронштейнах, підвісках та інших конструкціях. З'єднуються елементи коробів болтами, при цьому між ними забезпечується надійний електричний ланцюг заземлення.

Для запобігання накопичуванню вологи коробки прокладаються з невеликим уклоном у бік спусків до щитків або електроприймачів. Відстань між точками кріплення лотків на прямих відрізках повинна бути не більше 3 м. Крім того, коробки закріплюють на поворотах, відгалуженнях і при обході перешкод. Висота встановлення коробів не нормується. При вибраній трасі та виконаній розмітці для коробів, так саме як для лотків, встановлюються опорні конструкції та тросові підвіси. Відстань між точками кріплення коробів на опорних конструкціях, якщо кришка розташована збоку, не більше 3 м, якщо кришка розташована знизу – не більше 1,5 м, а від стіни до лотка чи коробка – не менш 120 мм. Опорні конструкції та тросові підвіси для коробів кріпляться зварюванням до закладних частин, дюбелями або іншими деталями кріплення.

На колонах та фермах встановлюються обойми для закріплення підвісів та відтяжок. Короби збираються в магістраль довжиною до 12 м в МЕЗ або на місці монтажу, підіймаються, укладаються на опорні конструкції та закріплюються притискачами, скобами або підвішуються на тросових підвісах.

Одночасно з установленням коробів виконують відгалуження, повороти, підйоми, обходи перешкод та інші перехідні елементи магістралей за допомогою готових конструкцій, деталей і секцій відповідного профілю, а також з використанням перфорованих монтажних профілів і штаб. З'єднання коробів виконуються за допомогою спеціальних з'єднуючих планок, що входять до комплекту поставки. З'єднавши між собою окремі секції в магістральну лінію (горизонтальну чи вертикальну), її приєднують до

контуру захисного заземлення не менш ніж у двох віддалених один від одного місцях сталевую штабою перерізом не менш 40x2 мм. Кожне відгалуження магістралі додатково заземлюється на кінці. При багатоярусному паралельному прокладенні кількох магістралей, заземлення виконується єдиною сталевую штабою, привареною до кожного з них та до контуру заземлення.

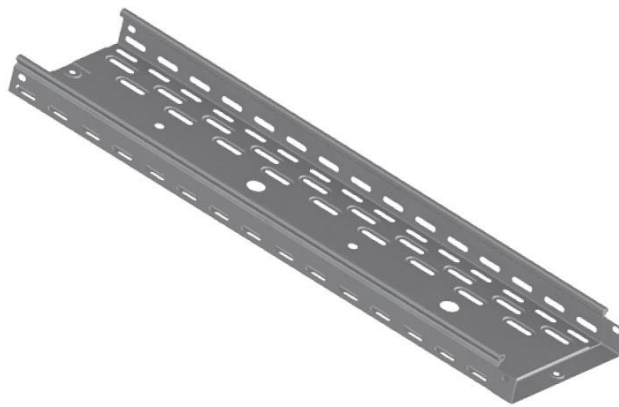


Рис.2 Кабельний лоток шириною 100 мм

Зварні лотки та коробки можна використовувати у якості заземлюючих провідників. Всі з'єднання при монтажі лотків виконуються за допомогою різьбового кріплення. Для надійного електричного контакту в місцях з'єднання прямих фарбованих лотків фланці повинні мати гальванічне покриття. Електричний контакт допоміжних елементів з прямими фарбованими лотками забезпечується стопорними шайбами або зачищенням місць контакту. Для попередження саморозкручування різьбового кріплення використовують пружинні шайби.

Конструктивні елементи систем каналізації електричної енергії детально вказані в графічній частині ГЧ 1.

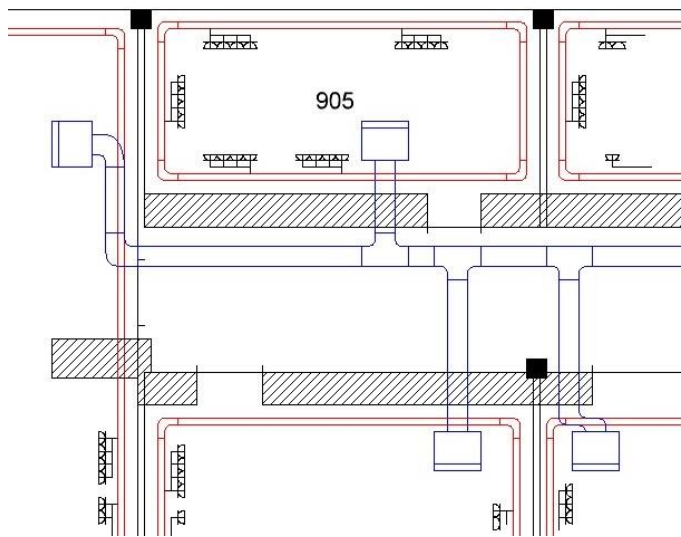


Рис.3 Елемент плану системи каналізації електричної енергії

2.3 Системи автоматизованого керування освітленням, вентиляцією та електрообігрівом.

Американським товариством інженерів з опалення, охолодження та кондиціювання повітря ASHRAE в 1995 році був представлений протокол BACnet - BuildingAutomationandControlNetwork. Мета розробки полягала в створенні уніфікованого, незалежного від виробників обладнання та стандарту для передачі даних в системах автоматизації будівлі. Даний протокол призначений тільки для автоматизації управління системами клімат-контролю, а для автоматичного управління освітленням або іншими інженерними системами будівлі даний протокол не використовується. Однопровідною інтерфейс 1-Wire, який розробила в кінці 90-х рр. фірма Dallas Semiconductor Corp. 1-Wire-net є інформаційною мережею, яка використовує з метою реалізації цифрового зв'язку одну лінію даних і один поворотний (або земляний) провід. Отже, для здійснення середовища обміну даної мережі можна застосувати доступні кабелі, які містять неекрановану виту пару певної категорії, зокрема, звичайний телефонний провід. Ці кабелі

під час прокладки не потребують наявності певного обладнання. Розробники регламентують обмеження максимальної довжини в 300 метрів. Основа архітектури 1-Wire-мереж - це топологія загальної шини, при якій всі з пристроїв підключаються саме до єдиної магістралі, не використовуючи будь-які каскадні з'єднання або розгалуження. Разом з цим в якості базової застосовується структура мережі з одним провідним або майстром і багатьма відомими. Хоч і є перелік специфічних прийомів організації функціонування однопровідні систем в режимі Мультимастер.

Слід зазначити, що конфігурація будь-яка 1-Wire-мережі має властивість довільно змінюватися під час її роботи, при цьому не створює перешкоди подальшої працездатності та експлуатації всієї системи, коли при таких змінах дотримані основні принципи організації однопроводной шини. Така можливість досягається посередництвом наявності в протоколі 1-Wire-інтерфейсу якоїсь спеціальної команди для пошуку ведених пристроїв, що дозволяє швидко виявляти інших учасників інформаційного обміну. Через наявність у складі будь-якого пристрою, який забезпечено мережевою версією 1-Wire-інтерфейсу, індивідуального унікальну адресу, у такій мережі є майже необмежену адресний простір. Разом з цим кожен з однопровідні приладів моментально готовий до застосування в складі 1-Wire-мережі, без будь-яких додаткових апаратних і програмних модифікацій. Однопровідні компоненти - це самотактіруемое напівпровідникові пристрої, в основі обміну інформацією між ними стоїть управління зміною тривалості часових інтервалів імпульсних сигналів в однопровідною середовищі, також їх вимір. Передача сигналів, для 1-Wire-інтерфейсу, напівдуплексна і асинхронна, а всю інформацію, яка циркулює в мережі, сприймають абоненти або як команди, або як дані. Команди мережі генерує майстер, і вони забезпечують різні варіанти адресації і пошуку ведених пристроїв, також визначають

активність на лінії і без безпосередньої адресації окремих компонентів, управляють обміном даними в мережі.

Стандартну швидкість роботи 1-Wire-мережі, що становить 15,4 Кбіт / сек, вибрали, по-перше, з огляду на забезпечення великої надійності передачі даних на великі відстані, і, по-друге, з огляду на швидкодії самих широко поширених типів мікроконтролерів, що, головним чином, повинні бути використані під час реалізації провідних пристроїв однопроводної шини. Таке значення швидкості обміну може зменшити до будь-якого можливого значення посередництвом введення примусової затримки між передачею в лінію окремих бітів даних (розтягування тимчасових слотів протоколу). Також воно може бути збільшено за допомогою використання спеціального режиму обміну Overdrive, що забезпечує швидкість до 125Кбіт / сек. Даний режим застосовується для деяких типів однопровідні пристроїв, які використовують для обміну коротку, що не перевантажену іншими пристроями, якісну лінію зв'язку. Під час реалізації однопровідного інтерфейсу використовують стандартні КМОП / ТТЛ логічні рівні сигналів.

Живлення більшості однопровідні компонентів може відбуватися від зовнішнього джерела з робочою напругою діапазоном від 2,8В до 6,0В. Альтернативою використання зовнішнього живлення є механізм "паразитного живлення",

його дія полягає в використанні кожним з відомих компонентів 1-Wire лінії електричної енергії імпульсів, які передаються по шині даних, що акумулюється спеціально вбудованої в прилад ємністю. Також окремі компоненти однопровідні мереж мають властивість використовувати режим живлення по шині даних, коли енергія до приймача надходить безпосередньо від майстра по лінії зв'язку, разом з цим обмін інформацією у мережі примусовим чином припиняється. Поряд з провідними технологіями, розглянутими вище, існують технології, побудовані на базі бездротових

мереж. Оскільки в роботі бездротових систем не використовується проводка, то реалізація таких технологій обходиться дешевше, а монтаж простіше.

Сьогодні значна частина «розумних будинків» будується на основі технологій ZigBee. Поширення даного протоколу в світі почалося з 1998-го року, після того, як багато виробників усвідомили недостатні можливості Wi-Fi і Bluetooth для побудови повноцінних розгалужених бездротових мереж. На їх фоні ZigBee пропонує значно більше можливостей для створення сучасних мереж. Низькі показники енергоспоживання дозволяють реалізувати навіть мережі, що володіють складною і розгалуженою топологією, яка передбачає для повідомлень можливості ретрансляції і маршрутизації.

Для ZigBee характерні мінімальні показники відгуку, що становлять всього кілька мілісекунд, в той час як для Bluetooth даний показник досягає 3 секунд. Дана перевага також позитивно позначається на рівні енергоспоживання, в результаті чого однієї батареї буде достатньо для повноцінної роботи протягом двох років. Застосування малопотужних радіочастот для пульта ДУ дозволяє із зручністю користуватися пристроєм в приміщеннях незалежно від наявних усередині перешкод. На тлі передачі команд через ІК-сигнал забезпечується можливість управління з однієї точки усіма елементами системи, без необхідності забезпечення прямого контакту між пультом і необхідних елементів системи «розумного будинку». Залежно від потужності управління може здійснюватися на відстані до 1,5 кілометрів від обладнання. Мережі ZigBee мають властивість самовідновлення. Вони не тільки автоматично відновлюють зв'язку між усіма пристроями мережі після відновлення енергопостачання, але й не втрачають працездатність після виходу з ладу одного з елементів системи. При цьому є можливість в разі потреби надбудовувати мережу за рахунок підключення нових елементів.

Як переваги протоколу можна виділити мінімальне споживання енергії, високу надійність передачі даних, цінову доступність обладнання. Все це забезпечує широке поширення ZigBee в системах автоматизації житлової нерухомості.

Широко використовується на ринку «розумних будинків» і протокол Z-wave, що володіє необхідними патентами для використання в засобах домашньої автоматизації різних рівнів складності. Дана система здатна перетворити пристрій мережевий вузол з інтелектуальними можливостями, що володіє можливостями надійного управління за допомогою бездротових технологій. З його допомогою в єдину систему можна з'єднати, засоби контролю доступу, кліматичне обладнання, освітлення, побутову техніку, всі види сигналізації, а також багато інших систем, що використовуються в побутових приміщеннях.

Реалізація даної технології здійснюється за допомогою застосування чіпа або окремого модуля бездротового зв'язку. Робота системи реалізована на основі дуплексної радіозв'язку mesh-мереж. Останнім часом даний тип мереж набув значного поширення, що обумовлено декількома перевагами. До складу mesh-мережі включаються два типи вузлів: controllers-вузли і slave-вузли.

Перші відповідають за організацію маршрутизації сигналу, а другі беруть на себе функції прийому-передачі команд і їх виконання, але при цьому позбавлені можливостей здійснення маршрутизації, підміняючи даний функціонал ретрансляцією. В цілому протокол Z-Wave дозволяє підтримувати 232 елемента мережі, при цьому кількість і типи використовуваних вузлів може варіюватися. Ідентифікація елементів здійснюється на основі Home ID і Node ID. Перший повинен бути ідентичним для всіх пристроїв, що існують в рамках однієї мережі, в той час як другий виступає в якості унікального ідентифікатора кожного пристрою, що входить

до складу системи. При цьому обидва ідентифікатора в разі зміни конфігурації мережі можуть бути піддані зміни.

Протокол MQTT - Message Queuing Telemetry Transport - протокол для передачі послідовності повідомлень з телеметричними даними, тобто інформації від датчиків температури, вологості, освітленості і ін. MQTT був запропонований в 1999 р Енді Стандфордом-Кларком як протокол, який би слугував для передачі даних про стан нафтопроводу і газопроводу в реальному часі. Розробка велася компанією IBM для нового трубопроводу найбільшої американської нафтової компанії ConocoPhillips. В рамках створення диспетчерської системи управління та збору даних (SCADA) необхідно було забезпечити гарантований збір всілякої інформації: стан насосів, температура підшипників, швидкість потоків, стан клапанів, рівні в баках і т.д. При цьому необхідно було врахувати дорожнечу каналів зв'язку і вузьку смугу пропускання. Жоден з існуючих протоколів не підходив під ці завдання, таким чином, сформувалися вимоги до нового протоколу: якість обслуговування, двосторонній зв'язок, ефективне використання смуги пропускання. Вперше протокол MQTT був опублікований консорціумом OASIS (Organization for the Advancement of Structured Information Standards) в жовтні 2014 року. Даний стандарт знаходиться у відкритому доступі. У червні 2016 року стандарт був визнаний Міжнародною організацією зі стандартизації (ISO). MQTT версії 3.1.1 був зареєстрований технічним комітетом з інформаційних технологій ISO (JTC1) під номером ISO / IEC 20922.

Основні риси протоколу MQTT:

1. Обмін повідомленнями відбувається за принципом "видавець-передплатник" (Pub-Sub, малюнок 1.1);

2. Розмір заголовка повідомлення становить 2 байта, а корисне навантаження може варіюватися від 1 байта до 260 Мбайт.

3. У протоколі закладена можливість вибору одного з трьох рівнів обслуговування.

Відмінною особливістю принципу «видавець-передплатник» від клієнт-серверного підходу є те, що клієнти, що посилають повідомлення (видавці, Publisher), і клієнти, які беруть повідомлення (передплатники, Subscriber), як правило, розділені. Поділ може бути організовано в трьох площинах:

- простір - видавець і передплатник не зобов'язані знати один одного;
- час - видавець і передплатник не повинні бути включені в один і той же час;
- синхронізація - операції на обох сторонах не повинні припинятися протягом публікації або отримання інформації.

Серед серверних реалізацій брокера можна виділити IBM WebSphere MQ; відкрите ПЗ Mosquitto; рішення, засноване на хмарному сервісі Eurotech Everywhere Device Cloud; легко масштабується і високопродуктивний відкритий сервер emqttd, остання версія якого дозволяє обслуговувати 1,3 мільйона з'єднань; брокер HiveMQ, що забезпечує корпоративну безпеку і максимальну масштабованість.

Спрощений процес обміну інформацією по протоколу MQTT можна описати таким чином:

1. Видавець передає повідомлення з даними, наприклад, інформація з датчиків температури, на брокер, вказуючи при цьому тему Topic, до якої ці дані відносяться, наприклад, "Temp".
2. Брокер аналізує, які з передплатників мають підписку на певні теми, в даному випадку - на тему "Temp".

3. Передплатникам, які підписані на тему "Temp", брокером буде відправлено повідомлення з інформацією від датчиків температури.

В ході роботи над проектом пропонується використовувати системи, побудовані по бездротових технологій, що дозволить звести до мінімуму роботи по монтажу необхідного обладнання, що, в свою чергу, дасть можливість мінімізувати наслідки втручання в існуючі інженерні системи приміщення. У деяких випадках пропонується використання провідних технологій для зниження вартості монтажу.

У розглянутому в роботі об'єкті автоматизації є приміщення кафедри систем електропостачання. На об'єкті вже присутні певні інженерні системи:

1. Опалення;
2. Вентиляція;
- 3 Освітлення.

2.4 Конфігурація системи обміну даними між WI-FI пристроями керування.

Проектована система автоматизації в своїй роботі буде ґрунтуватися на використанні бездротової передачі даних, проте в деяких ситуаціях будуть застосовуватися і провідні лінії. Структурна схема розробляється приведена на рисунку 4.

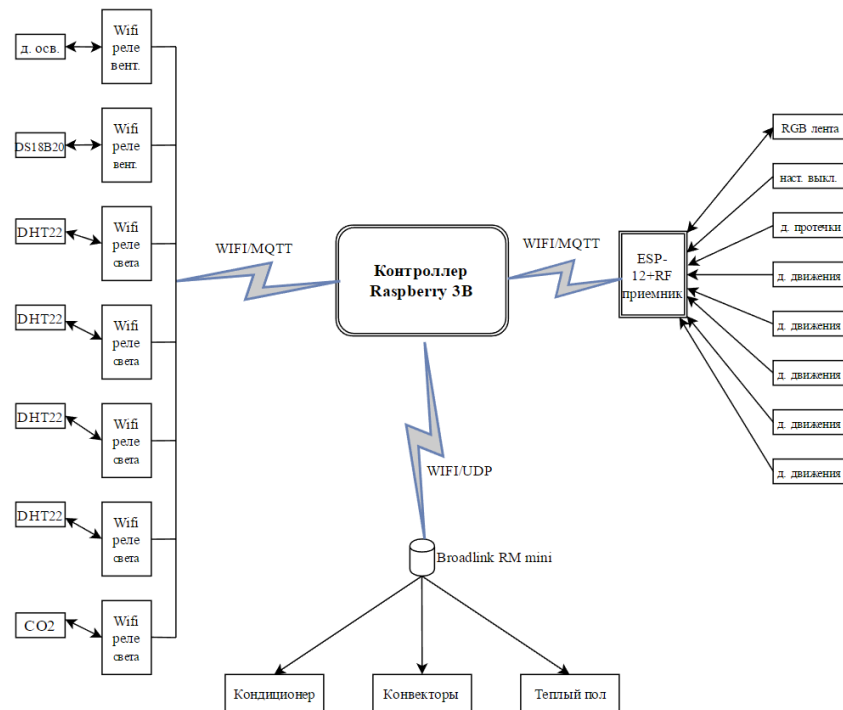


Рис.4 Структурна схема автоматизації

Контролер виступає в якості важливого елемента системи управління, що приймає на себе одночасно керуючі, комунікаційні функції і настройку зовнішніх пристроїв, що підключаються до системи.

В основі модуля контролю лежить застосування мікроконтролера, що представляє собою елемент з функціоналом процесора і периферійного пристрою. У нього також можуть включатися блоки ОЗУ і ПЗУ. Можна сказати, що це найпростіша обчислювальна машина, здатна на самостійну роботу за окремими напрямками операцій. На сьогодні більшість процесорів, що випускаються по всьому світу, фактично являє собою мікроконтролер.

Застосування в них єдиною мікросхеми з «достатньою» продуктивністю дозволять істотно скоротити розміри виробу, мінімізувати показники енергоспоживання, а також скоротити вартість виробництва мікроконтролера і пристроїв, до складу яких він входить. В даний час найбільш поширеними виступають контролери, створені на базі

RISC-архітектури. Застосування схеми з спрощеним набором використовуваних команд гарантує необхідну швидкість навіть в умовах, коли тактова частота знаходиться на низькому рівні.

Разом з ОЗУ для контролерів може реалізовуватися вбудована пам'ять, яка забезпечує пристрою можливість зберігання певного обсягу інформації. Багато моделей контролерів з самого початку не передбачають можливостей підключення до них зовнішніх накопичувачів даних, а найдоступніші за ціною моделі мають пам'ять, що допускає одноразову запис. Затребувані контролери такого типу для пристроїв, в яких спочатку не планується проведення робіт по оновленню використовуваних програм. Більш дорогі зразки припускають багаторазовий запис інформації на внутрішню пам'ять з енергетичною незалежністю. У більшості випадків для мікроконтролерів застосовується Гарвардська архітектура пам'яті, що є їх головною відмінністю від простих процесорів. В основі подібної схеми лежить незалежне зберігання даних в ОЗУ і ПЗУ.

З урахуванням всіх описаних вище можливостей, мікроконтролер можна визнати в якості оптимального пристрою, відповідного для створення керуючих систем. У той же час, забігаючи трохи наперед, і припускаючи подальше розширення функціональних можливостей керуючих пристроїв, необхідно передбачити подальше розширення можливостей контролю з метою більш повного задоволення потреб користувача в перспективі. В такому випадку створення головних пристроїв на основі мікропроцесорів з індивідуальної платою виступає в якості недоцільного рішення, так як друкована плата значно скорочує функціональні можливості контролера, і не дозволяє в повній мірі реалізувати портів вводу / виводу. Пов'язано це з тим, що друкована плата виступає в якості цільового продукту, створеного під рішення конкретної задачі, і не володіє необхідним модернізаційним потенціалом для

розширення напрямків застосування виробу. Звичайно, в якості варіанту дій можна передбачити внесення змін до використовувану плату в процесі її проектування, але подібні дії обернуться значними фінансовими витратами на розробку і впровадження нововведення, що автоматично збільшить вартість кінцевого продукту, і знизить ступінь його конкурентоспроможності на ринку.

На цьому тлі доцільно розглянути можливість переходу в керуючих пристроях від мікроконтролерів до повноцінних апаратно-обчислювальних платформ, що дозволяє на етапі створення не тільки задати певні параметри і алгоритми, необхідні для роботи, але і передбачити можливості безболісної модернізації обладнання в майбутньому з урахуванням нових виникаючих завдань.

Перехід на повсюдну автоматизацію ставить завдання по створенню пристроїв на нових принципах, при цьому сьогодні на ринку представлений широкий вибір апаратно-обчислювальних платформ, що володіють необхідним потенціалом. Серед найбільш поширених продуктів можна виділити Parallax Basic Stamp, Phidgets, Espressif і інші. Найбільшого поширення на ринку мають Raspberry Pi, Arduino, ESP8266. Відмінними рисами даних моделей виступає величезний функціонал, велика кількість доступних програмних продуктів, а також можливість комутирования з метою розширення наявних технічних можливостей.

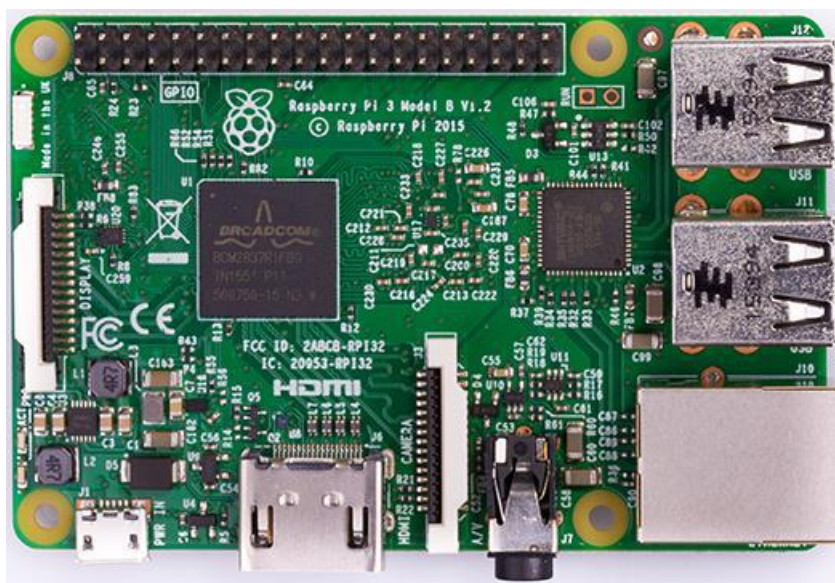


Рис 3.1 – Зовнішній вигляд платформи *Raspberry 3 B*

Платформа Raspberry Pi є повноцінним комп'ютером з роботою на базі ОС Linux. Наявність USB-роз'єму дозволяє при необхідності здійснювати підключення будь-яких зовнішніх пристроїв, а також вихід в інтернет. Незважаючи на невеликі розміри, показники потужності пристрою дозволяють повноцінно справлятися з більшістю завдань, що вирішуються персональними комп'ютерами.

Вибір датчиків для системи автоматизації

1. Датчик температури і вологості;
2. Вуличний датчик температури;
3. Датчик освітлення;
4. Датчик протікання;
5. Датчик руху;
6. Датчик якості повітря.

Як датчик температури і вологості пропонується використовувати датчик DHT22.

Технічні характеристики датчика DHT22:

- харчування і I / O 3 ... 5 В;
- діапазон вимірювання вологості 0 ... 100%;
- точність вимірювання вологості 2 ... 5%;
- діапазон виміру температури мінус 40 ... плюс 125 ° С;
- точність вимірювання температури $\pm 0,5$ ° С;
- частота опитування не більше 0,5 Гц (не більше 1 разу на 2 с);
- розміри $15,1 \times 25 \times 7,7$ мм.

Для контролю температури зовнішнього повітря пропонується використовувати датчики температури DS18B20, які працюють по протоколу 1-wire та виконані у вологозахищеному корпусі. Датчик освітлення пропонується використовувати ТЕМТ6000, так як він більш точний в порівнянні з аналогами, а також розрахований на видимий спектр світла, що більш підходить для управління освітленням в навчальних аудиторіях.

Датчик вуглекислого газу пропонується використовувати МН-Z19. На відміну від аналогічного датчика MQ135 він має вищий рівень чутливості, більшу точність вимірів, широкий діапазон вимірювань (до 5000ppm), низьке енергоспоживання, компенсацію температури і готові значення PPM на виході, так як підключається по UART. Точність вимірювань становить $\pm (50\text{ppm} + 5\%)$.

Для управління інженерними системами, встановленими в навчальних аудиторія, необхідно підібрати виконавчі пристрої, які і будуть проводити перемикання харчування або відправляти команди на пристрої за допомогою ІК передавача або радіоканалу. Нам необхідні наступні пристрої:

1. Комуруючі електромагнітні реле.
2. Передавач ІК сигналу.
3. Приймач радіо сигналу на частоті 433МГц.

В якості реле пропонується використовувати стандартні електромагнітні реле, розраховані на навантаження до 10А.

ОХОРОНА ПРАЦІ

3.1 .Правила охорони праці під час експлуатаціїелектронно-обчислювальних машин

I. Сфера застосування

1.1. Правила охорони праці під час експлуатації електронно-обчислювальних машин (далі — Правила) поширюються на всіх суб'єктів господарювання незалежно від форм власності, які у своїй діяльності здійснюють роботу, пов'язану з електронно-обчислювальними машинами (далі — ЕОМ) з відеодисплейними терміналами (далі — ВДТ), у тому числі на тих, які мають робочі місця, обладнані ЕОМ з ВДТ і периферійними пристроями (далі — ПП).

Правила встановлюють вимоги безпеки до обладнання робочих місць операторів ЕОМ з ВДТ та ПП (далі — оператори) та до роботи із застосуванням ЕОМ з ВДТ і ПП.

Вимоги Правил є обов'язковими для роботодавців, операторів електронно-обчислювальних машин, операторів комп'ютерного набору, операторів комп'ютерної верстки та працівників інших професій, які у своїй роботі застосовують ЕОМ з ВДТ і ПП.

1.2. Вимоги Правил не поширюються на:

робочі навчальні місця учнів, студентів у комп'ютерних класах (кабінетах) вищих, професійнотехнічних, загальноосвітніх навчальних закладів;

робочі місця операторів ЕОМ у сфері управління та експлуатації атомних електростанцій;

робочі місця пілотів, водіїв або операторів транспортних засобів, обладнані ЕОМ з ВДТ і ПП, ЕОМ у системах оброблення даних на борту засобів сполучення, ЕОМ у складі машин і обладнання, що переміщуються в процесі роботи;

робочі місця працівників, які займаються обслуговуванням, ремонтом і налагодженням ЕОМ з ВДТ і ПП;

портативні системи оброблення даних, якщо вони непостійно використовуються на робочому місці;

обчислювальні машинки (калькулятори), каси (апарати) та прилади з невеликими пристроями індикації даних або результатів вимірювання;

друкарські машинки класичної конструкції, обладнані ВДТ (дисплейні друкарські машинки).

1.3. Робочі місця мають відповідати вимогам цих Правил та Державних санітарних правил і норм роботи з візуальними дисплейними терміналами електронно-обчислювальних машин, затверджених постановою Головного державного санітарного лікаря України від 10.12.98 № 7 (ДСанПіН 3.3.2-007-98) (далі — ДСанПіН 3.3.2-007-98).

1.4. Навчання і перевірка знань з питань охорони праці на підприємстві здійснюються відповідно до вимог Типового положення про порядок проведення навчання і перевірки знань з питань охорони праці, затвердженого наказом Держнаглядохоронпраці України від 26.01.2005 № 15, зареєстрованого в Міністерстві юстиції України 15.02.2005 за № 231/10511 (нпаоп 0.00-4.12-05).

1.5. Навчання і перевірка знань з питань пожежної безпеки на підприємстві здійснюються відповідно до вимог Типового положення про інструктажі, спеціальне навчання та перевірку знань з питань пожежної безпеки на підприємствах, в установах та організаціях України, затвердженого наказом Міністерства України з питань надзвичайних ситуацій та у справах захисту населення від наслідків Чорнобильської катастрофи від 29.09.2003 № 368, зареєстрованого в Міністерстві юстиції України 11.12.2003 за № 1148/8469 (напб в.02.005-2003).

1.6. Не слід допускати до роботи осіб, що в установленому порядку не пройшли навчання, інструктаж та перевірку знань з охорони праці, пожежної безпеки та цих Правил.

1.7. На підприємстві, де експлуатуються ЕОМ з ВДТ і ПП, створюється служба охорони праці згідно з Типовим положенням про службу охорони праці, затвердженим наказом Держнаглядохоронпраці України від 15.11.2004 № 255, зареєстрованим у Міністерстві юстиції України 01.12.2004 за № 1526/10125 (НПАОП 0.00-4.21-04).

1.8. На підприємстві, де експлуатуються ЕОМ з ВДТ і ПП, розробляється інструкція з охорони праці відповідно до Положення про розробку інструкцій з охорони праці, затвердженого наказом Держнаглядохоронпраці від 29.01.98 № 9, зареєстрованого в Міністерстві юстиції України 07.04.98 за № 226/2666 (НПАОП 0.00-4.15-98).

II. Терміни та визначення

У цих Правилах терміни вживаються у такому значенні:

відеодисплейний термінал (ВДТ) — частина ЕОМ, що містить пристрій для візуального відображення інформації;

електронно-обчислювальна машина (ЕОМ) — електронно-обчислювальна машина з обов'язковими додатковими пристроями, системними елементами (пристрої для друку, сканери, модеми, блоки безперервного живлення та інші спеціальні периферійні пристрої);

оператор ЕОМ з ВДТ і ПП — працівник, який використовує екранні пристрої під час своєї роботи;

периферійні пристрої (ПП) — сукупність обов'язкових додаткових пристроїв, які використовуються в процесі діяльності оператора ЕОМ (клавіатура, маніпулятор «миша», дискова система, звукова система, модем, мікрофон, принтер, сканер тощо);

робоче місце — сукупність устаткування, що включає екранний пристрій, який може доповнюватись клавіатурою або пристроєм введення та/або програмним забезпеченням, що являє собою інтерфейс «оператор-ЕОМ», іншими приладами, периферійними пристроями, що включають пристрої для дискет, телефон, модем, друкувальний пристрій, тримач документів, робоче

крісло і робочий стіл або робочу поверхню, а також необхідне виробниче середовище.

III. Вимоги до виробничих приміщень

1. Загальні вимоги

1.1. Вимоги стосовно освітлення, оптимальних умов мікроклімату, ергономічних характеристик основних елементів робочого місця, рівнів шуму, вібрації, електромагнітного, ультрафіолетового та інфрачервоного випромінювання та електростатичного поля викладено у ДСанПіН 3.3.2-007-98.

1.2. Виробничі об'єкти повинні відповідати проектній документації, затвердженій в установленому порядку.

1.3. Під час експлуатації будівель та споруд, де розміщені робочі місця операторів, повинні забезпечуватись вимоги:

а) Положення про безпечну та надійну експлуатацію виробничих будівель і споруд, затвердженого наказом Державного комітету будівництва, архітектури та житлової політики України і Держнаглядохоронпраці України від 27.11.97 № 32/288, зареєстрованого в Міністерстві юстиції України 06.07.98 за № 424/2864 (НПАОП 45.2-4.01-98);

б) Правил обстежень, оцінки технічного стану та паспортизації виробничих будівель і споруд, затверджених наказом Державного комітету будівництва, архітектури та житлової політики України і Держнаглядохоронпраці України від 27.11.97 № 32/288, зареєстрованих у Міністерстві юстиції України 06.07.98 за № 423/2863 (НПАОП 45.2-1.01-98).

1.4. Електробезпека будівель та приміщень, де розміщені робочі місця операторів, повинна відповідати вимогам Правил безпечної експлуатації електроустановок споживачів, затверджених наказом Держнаглядохоронпраці від 09.01.98 № 4, зареєстрованих у Міністерстві юстиції України 10.02.98 за № 93/2533 (далі — НПАОП 40.1-1.21-98).

1.5. Вимоги щодо пожежної безпеки будівель та приміщень, де розміщені робочі місця, обладнані ЕОМ з ВДТ і ПП, повинні відповідати вимогам, встановленим:

а) Державними будівельними нормами «Пожежна безпека об'єктів будівництва», затвердженими наказом Держбуду України від 03.12.2002 № 88 (далі — ДБН В.1.1.7-2002);

б) ГОСТ 12.1.004-91 «ССБТ. Пожарная безопасность. Общие требования безопасности»;

в) Правилами пожежної безпеки України, затвердженими наказом Міністерства України з питань надзвичайних ситуацій від 19.10.2004 № 126, зареєстрованими в Міністерстві юстиції України 04.11.2004 за № 1410/10009 (далі — НАПБ А.01.001-2004).

1.6. Будівлі та приміщення, де розміщені робочі місця операторів, повинні відповідати вимогам нормативно-технічної та експлуатаційної документації виробника ЕОМ з ВДТ і ПП, чинних санітарних норм, санітарних норм і правил, вказаних у ДСанПіН 3.3.2-007-98, та цих Правил.

1.7. Для всіх будівель і приміщень, де знаходяться робочі місця операторів ЕОМ з ВДТ і ПП, повинно бути визначено клас зони згідно з НПАОП 40.1-1.01-97. Відповідне позначення повинно бути нанесено на вхідних дверях кожного приміщення згідно з ГОСТ 12.4.026-76 «ССБТ. Цвета сигнальные и знаки безопасности».

1.8. Будівлі та приміщення, де розміщені робочі місця операторів, мають бути не нижче II ступеня вогнестійкості згідно з ДБН В.1.1.7-2002.

1.9. Неприпустимим є розташування приміщень категорій А і Б, а також виробництв з мокрими технологічними процесами поряд з приміщеннями, де розташовуються ЕОМ з ВДТ і ПП, а також над ними чи під ними.

1.10. У приміщеннях з джерелами шкідливих виробничих факторів робочі місця операторів мають розміщуватися в ізольованих кабінах, які обладнані повітрообміном.

1.11. Згідно з ДСанПіН 3.3.2-007-98 не дозволяється розташування приміщень з робочими місцями операторів у підвалах і цокольних поверхах.

1.12. Площу та об'єм для одного робочого місця оператора визначають згідно з вимогами ДСанПіН 3.3.2-007-98. Площа має бути не менше 6,0 кв. м, об'єм — не менше 20,0 куб. м.

1.13. Заземлені конструкції, що знаходяться в приміщеннях, де розміщені робочі місця операторів (батареї опалення, водопровідні труби, кабелі із заземленим відкритим екраном), мають бути надійно захищені діелектричними щитками або сітками з метою недопущення потрапляння працівника під напругу.

1.14. Приміщення, де розміщені робочі місця операторів, крім приміщень, у яких розміщені робочі місця операторів великих ЕОМ загального призначення (сервер), мають бути оснащені системою автоматичної пожежної сигналізації відповідно до вимог:

а) Переліку однотипних за призначенням об'єктів, які підлягають обладнанню автоматичними установками пожежогасіння та пожежної сигналізації, затвердженого наказом Міністерства України з питань надзвичайних ситуацій та у справах захисту населення від наслідків Чорнобильської катастрофи від 22.08.2005 № 161, зареєстрованого в Міністерстві юстиції України 05.09.2005 за № 990/11270 (далі — НАПБ В.06.004-2005);

б) Державних будівельних норм «Інженерне обладнання будинків і споруд. Пожежна автоматика будинків і споруд», затверджених наказом Держбуду України від 28.10.98 № 247 (далі — ДБН В.2.5-13-98), з димовими пожежними сповіщувачами та переносними вуглекислотними вогнегасниками.

3.2 Охорона праці при виконанні монтажних робіт

1. Загальні вимоги

1.1. Ця Інструкція поширюється на працівників, які виконують монтажні роботи із застосуванням інструментів і пристроїв на

об'єктах промислового та житлово-громадського призначення, на підприємствах і в організаціях незалежно від форм власності і видів діяльності.

1.2. До виконання монтажних робіт з використанням інструментів і пристроїв допускаються працівники, що досягли 18-річного віку та пройшли:

медичний огляд відповідно до вимог Положення про порядок проведення медичного огляду працівників певних категорій, затвердженого наказом Міністерства охорони здоров'я від 31.03.94 N 45 (з0136-94) та зареєстрованого у Міністерстві юстиції 21.06.94 за N 136/345;

навчання та атестацію в закладах освіти для виконання робіт з підвищеною небезпекою (у професійно-технічних училищах, навчально-курсових комбінатах, центрах підготовки і перепідготовки робітничих кадрів та в організаціях) за затвердженою програмою;

навчання та атестацію з протипожежної безпеки відповідно до вимог ДНАОП 0.01-1.01-95 Правила пожежної безпеки в Україні, затвердженого наказом Міністерства внутрішніх справ від 22.06.95, N 400 (з0219-95) та зареєстрованого у Міністерстві юстиції 14.07.95 за N 219/755;

увідний інструктаж у службі охорони праці;

первинний інструктаж безпосередньо на робочому місці для новоприйнятих чи переведених з одного робочого місця на інше.

1.3. Ручні електричні машини повинні відповідати вимогам Правил устрою електроустановок, ДНАОП 0.00-1.21-98 Правила безпечної експлуатації електроустановок споживачів, затвердженого наказом Держнаглядохоронпраці від 09.01.98 N 4 (з0093-98), зареєстрованого у Міністерстві юстиції 10.02.98 за N 93/2533, та ГОСТ 12.2.013.0-91.

1.4. Для захисту очей слід застосовувати окуляри відповідно до вимог ГОСТ 12.4.013-85.

1.5. Для захисту працівника на весь термін перебування на будівельному майданчику обов'язкове носіння каски у відповідності до вимог ГОСТ 12.4.128-83.

1.6. Під час виконання робіт на висоті робітнику слід застосовувати захисні засоби відповідно до вимог безпеки на висоті.

2. Вимоги безпеки перед початком роботи

2.1. Необхідно пройти інструктаж на робочому місці.

2.2. Отримати для виконання робіт спецодяг, засоби індивідуального захисту, інструмент, пристосування і перевірити їх ком плектність та цілість.

2.3. Підготувати робоче місце: прибрати зайві речі, перевірити достатність освітлення робочого місця; у разі роботи за верстатом впевнитись у справності дерев'яного ґратчастого настилу.

2.4. Під час рубання на верстаті встановити суцільний (або з сітки з вічком 3 мм) щиток заввишки не нижче 1 м для захисту від частинок, що відлітають.

2.5. При роботі на верстаті такі щитки ставляться з обох боків посередині верстата.

2.6. Інструмент повинен відповідати таким вимогам:

молотки і кувалди мають бути надійно посаджені на ручки овальної форми з потовщенням до вільного кінця, закріплені на ручках сталевими плішками із зазублинами, а робоча частина повинна мати гладку випуклу поверхню;

інструмент, що має загострені хвостовики (терпуг, ножівка, шабер) повинні мати справні ручки з бандажними кільцями, які захищають їх від розколювання;

на інструменті ударної дії (зубило, бородок, просічка) не повинно бути вибоїн, сколів, задирок, гострих ребер на бокових гранях у місцях тримання їх рукою, тріщин та зазублин і сколів на затилковій частині;

зубило повинно мати довжину не менше 150 мм, а його відтягнена частина 60-70 мм; різальна кромка зубила має бути прямою чи з ледь вигнутою поверхнею;

на слюсарно-монтажному інструменті з ізольованими ручками зовні і всередині ізоляції не повинно бути раковин, пухирів та надрізів.

2.7. Перевірити справність ручної пневматичної машини і впевнитися в тому, що:

з'єднання шлангів із ніпелями чи штуцерами надійні, герметичні і закріплені стяжними хомутами (бандажами); кріпити шланги дротом забороняється;

змінний інструмент правильно загострений, без тріщин, вибоїн, зазублин, його хвостова частина без нерівностей, щільно припасована та правильно відцентрована;

вентиль чи інше запірне пристосування на повітропроводі чи гнучкому шланзі розміщений на відстані не більше 3 м від робочого місця і підходи до нього вільні;

сітка-фільтр на повітропроводному шланзі без пошкоджень;

тиск стиснутого повітря в магістралі чи в пересувному компресорі відповідає робочому тиску машини.

2.8. Працівники, які працюють з пневматичними ручними машинами ударної або ударно-свердлильної дії, повинні бути

забезпечені м'якими рукавицями з подвійною підкладкою з боку долоні.

3. Вимоги безпеки під час виконання робіт

3.1. Загальні вимоги

3.1.1. Переносити чи перевозити інструмент слід із захищенням гострих частин чохлами або іншими засобами.

3.1.2. Рубати, клепати, пробивати отвори і виконувати інші роботи, за яких можливі відлітання часточок металу, цегли чи бетону, необхідно з використанням захисних окулярів зі склом, що не б'ється, згідно з вимогами ГОСТ 12.4.013-85.

3.1.3. Роботу на висоті виконувати тільки з інвентарних засобів підмоцнування, які пройшли чергові випробування.

Виконувати роботи на висоті в умовах підвищеної небезпеки (на відкритих кабельних естакадах без огорож, над необгородженими отворами, з мостових кранів тощо) треба тільки за нарядом-допуском із застосуванням страхувального пояса.

3.1.4. Подавати будь-які предмети працюючому на висоті потрібно тільки за допомогою мотузки. Предмет, який треба підняти вгору, прив'язується до середини мотузки, один кінець якої тримає працівник, що знаходиться зверху, а другий - що знаходиться знизу, щоб запобігти розгойдуванню предмета. Дрібні предмети слід піднімати в тарі (відро, ящик) із заповненням нижче рівня борта на 100 мм.

3.1.5. Роботу з одночасним підтримуванням лотків, коробів, світильників слід виконувати з риштувань, підмостків чи драбин з полічками, обгороджених поручнями.

3.1.6. Під час роботи на висоті інструмент і дрібні деталі слід тримати в індивідуальних сумках (спецжилетах і пасках).

3.1.7. Під час роботи з клинами чи зубилами з використанням кувалд та вибивальних пристроїв для запресування і розпресування деталей необхідно застосовувати кліщі або тримачі завдовжки не менше 0,7 м. Вибивальні пристрої повинні виготовлятися з м'якого металу.

3.1.8. Перебувати іншим працівникам напроти робітника, який працює з кувалдою, забороняється; слід стояти тільки збоку від нього.

3.1.9. Відкручувати та закручувати гайки ключем з підкладанням металевих пластинок між гайкою і ключем, доточувати ручки підручними предметами чи приєднувати ключ до ключа чи трубки (за винятком спеціальних монтажних ключів) не дозволяється.

3.1.10. Під час різання металів ручними ножівками необхідно стежити, щоб їх полотно було надійно закріплене у верстаті і натягнуте.

3.2. Виконання робіт вогнебезпечними інструментами

3.2.1. Вогнебезпечні роботи слід виконувати за нарядом-допуском із забезпеченням заходів відповідно до правил протипожежної безпеки.

3.2.2. Паяльну лампу слід заповнювати тільки тим паливом, для роботи з яким вона призначена. Резервуар закривати пробкою не більше ніж на 4 витки різі.

3.2.3. Розпалювати паяльні лампи і газові пальники безпосередньо під устаткуванням, проводами, кабелями і близько від мастилонаповнених апаратів забороняється.

3.2.4. Під час роботи з паяльними лампами забороняється:

розпалювати їх за допомогою подання пального через пальник;
створювати тиск у лампі із застосуванням надлишкових зусиль;
наближатися із запаленою лампою до легкозаймистих матеріалів та речей;

наливати та виливати пальне під час роботи лампи;

розбирати лампу біля вогню;

знімати пальник до зниження тиску. Знижувати тиск повітря у резервуарі лампи дозволяється за умови погашеної лампи охолодженого пальника.

3.2.5. Застосовувати паяльні лампи та газові пальники на територіях відкритих та закритих розподільних пристроїв, а також на підстанціях дозволяється за умови, що відстань від полум'я до струмопровідних частин напругою до 10 кВ буде не менше 1,5 м, а більше 10 кВ - не менше 3 м.

3.2.6. Під час роботи з газовими пальниками забороняється:

працювати за наявності витoku газу з балона, шланга;

випалювати газ з балона повністю;

розбирати балони, користуватися пошкодженими та іржавими балонами.

3.2.7. Під час роботи в колодязях, закритих ємкостях тощо розпалювати паяльні лампи, ставити балони з пропан-бутаном, розігрівати кабельну масу, мастику і припій дозволяється тільки зовні колодязя.

3.3. Роботи з використанням пневматичних інструментів

3.3.1. Під час виконання електромонтажних робіт ручними пневмомашинами забороняється:

залишати без догляду машину, приєднану до повітропроводу;

передавати машину іншим особам;

знімати з ручної машини протівібраційний захист, шумоглушники, захисні кожухи обертових частин;

прибирати руками стружку чи ошурки з робочого органу;

переносити машини, тримаючи їх за шланг;

працювати на приставних драбинах.

3.3.2. Для пневмомашин, маса яких перевищує 10 кг, повинні бути передбачені пристосування для підвішування.

3.3.3. Використовувати вагу власного тіла для додаткового тиску на машину забороняється.

3.3.4. Під час перерви в роботі, у процесі очищення, змащення, заміни робочого інструменту, перерви в подачі повітря, заклинювання рухомих частин пневмомашину необхідно вимкнути і відключити подавання повітря.

3.4. Роботи з використанням електричних ручних машин

3.4.1. Під час використання ручних електричних машин слід виконувати такі вимоги безпеки:

не залишати без нагляду машину, підімкнену до мережі живлення;

не передавати машину особам, які не мають дозволу користуватись нею;

не працювати з машиною з переносних драбин;

не натягувати і не перекручувати кабель (шнур), не навантажувати його;

не знімати з машини під час експлуатації засобів віброзахисту, шумоглушників, обгороджувальні кожухи і пристрої для керування робочим інструментом;

не перевищувати гранично допустиму тривалість роботи, указану в паспорті машини;

не торкатися різального інструмента, який обертається;

не прибирати руками стружки або ошурки до повної зупинки машини;

не переносити ручні електричні машини за кабель.

3.4.2. Необхідно захищати кабель машини від безпосереднього контакту з гарячими, вологими та намасленими поверхнями та від випадкового механічного пошкодження.

3.4.3. У залежності від категорії приміщення за ступенями безпеки ураження електричним струмом слід застосовувати ручні електричні машини таких класів: класу I - під час експлуатації в умовах виробництва з використанням засобів індивідуального захисту (діелектричні рукавички, калоші, килимки тощо). Дозволяється виконувати роботу машиною класу I без застосування індивідуальних засобів у таких випадках:

якщо тільки одна машина живиться від розподільного трансформатора;

машина отримує живлення від автономної двигун-генераторної установки або від перетворювача частоти з розділеними котушками;

машина отримує живлення через захисно-вимикальний пристрій.

Працювати машинами класів II та III дозволяється без застосування діелектричних засобів захисту.

3.4.4. Експлуатувати машини, які не захищені від дії крапель або бризок і не мають розпізнавальних знаків (крапля в трикутнику або дві краплі), на відкритих майданчиках під час дощу або снігу забороняється.

3.4.5. Працювати ручними машинами ударної або ударно-свердлильної дії слід у м'яких рукавицях з подвійною підкладкою з боку долоні.

3.4.6. Під час роботи ручними машинами, маса яких перевищує 10 кг, необхідно застосовувати пристрої для їх підтримування.

3.4.7. Використовувати масу тіла для допоміжного тиску на ручні машини не дозволяється.

3.4.8. Під'єднання допоміжного обладнання (трансформаторів, перетворювачів частоти, захисно-вимикальних пристроїв та ін.) до мережі та від'єднання його повинно виконуватись персоналом експлуатаційної організації. Електромонтажник виконує вмикання та вимикання установки комутаційними апаратами.

3.4.9. У разі зникнення напруги в електричній мережі або при заклинюванні частин, що обертаються, слід негайно вимкнути машину.

3.4.10. У перервах, після закінчення роботи, а також під час змащування, чищення, заміни робочого інструменту необхідно вимикати машину.

3.4.11. Під час транспортування машини в межах підприємства (об'єкта) слід запобігати її пошкодженню.

Перевозити машини разом з металевими деталями, виробами тощо не дозволяється.

3.4.12. Негайно припинити роботу у разі виникнення хоча б однієї з таких несправностей:

- пошкодження штепсельного з'єднання, кабеля або його захисної трубки;

- пошкодження кришки щіткотримача;

- нечітке спрацьовування вимикача;

- іскріння щіток на колекторі з появою колового вогню на його поверхні;

- витікання мастила з редуктора або вентиляційних каналів;

- поява диму або запаху від горіння ізоляції;

- поява незвичайного шуму, стукоту та вібрації;

поломки або появи тріщин у корпусі, ручці та захисній огорожі;

пошкодження робочого інструменту.

3.4.13. Свердлими отвори та пробивати борозни в стінах, панелях перекриття, у яких розміщена захована електропроводка, а також виконувати інші роботи, коли може бути пошкоджена ізоляція електричних проводів та установок, слід після від'єднання цих дротів та установок від джерел живлення.

3.4.14. Роботи, під час яких можуть бути пошкоджені приховані санітарно-технічні трубопроводи, слід виконувати після їх перекриття.

4. Вимоги безпеки після виконання робіт

4.1. Після закінчення роботи вимкнути механізми, очистити робоче місце, скласти весь інструмент, вимити руки і обличчя теплою водою з милом.

4.2. Витерти інструменти і пристрої від бруду і пилу.

4.3. Про наявність пошкодженого інструменту доповісти керівнику робіт.

5. Вимоги безпеки в аварійних ситуаціях

5.1. У разі виникнення аварійної ситуації, яка може привести до пожежі чи вибуху або до ураження електричним струмом, роботу слід припинити, ужити заходів щодо недопущення в цю зону людей, сповістити керівника робіт.

5.2. Під час розслідування нещасних випадків і аварій слід виконувати вимоги ДНАОП 0.00-4.03-98 Положення про розслідування

та облік нещасних випадків, професійних захворювань і аварій на підприємствах, в установах і організаціях, затвердженого постановою Кабінету Міністрів України від 10.03.93 N 623 (623-93-п) (у редакції постанови Кабінету Міністрів України від 17.06.98 N 923 (923-98-п).

3.2 Розрахунок контуру заземлення електротехнічної лабораторії.

Ввідно-розподільчий пристрій кафедри систем електропостачання $S = 540$ кв. м, ґрунт в районі розташування двошаровий, верхній шар товщиною $h_1 = 1,8$ м – суглинок, нижній шар – глина. Найбільший опір заземлювального пристрою (R_z) на будь-який час року має бути не більше 4 Ом.

Розрахуємо питомий опір ґрунту для двошарової землі.

Питомий опір верхнього і нижнього шарів землі: суглинка $\rho_{1c} = 150$ Ом/м, глини $\rho_{2c} = 70$ Ом/м.

З урахуванням можливих сезонних коливань опору розрахункові питомі опору ґрунту:

(10)

$$\rho_{h1poz} = \rho_{1c} \cdot \Psi_1 = 150 \cdot 2 = 300$$

де Ψ – значення коефіцієнта сезонності для верхнього шару ґрунту.

За попередньою схемою розміщення заземлювального пристрою визначаємо площа заземлення $S = 3220$ кв. м, довжина горизонтальних електродів $L_g = 1230$ м; кількість вертикальних $n = 24$ і довжина вертикальних електродів

(11)

$$L_g = n \cdot l_g = 24 \cdot 5 = 120$$

Складемо розрахункову модель заземлювача у вигляді квадратної сітки площею $S = 540$ кв. м. Довжина сторони квадрата моделі $S = \sqrt{540 \text{ м}^2} = 23$ м.

Визначимо кількість осередків по одній стороні моделі:

(12)

$$m = \frac{L_{\Gamma}}{2 \cdot \sqrt{S}} - 1 = \frac{511,2}{2 \cdot \sqrt{540}} - 1 = 10$$

Приймаємо $m = 10$.

Уточнимо довжину горизонтальних електродів:

(13)

$$L_{\Gamma} = 2 \cdot (m + 1) \cdot \sqrt{S} = 2 \cdot (10 + 1) \cdot \sqrt{3220} = 1248$$

$$L_{\Gamma} = 2 \cdot (m + 1) \cdot \sqrt{S} = 2 \cdot (10 + 1) \cdot \sqrt{540} = 511,2$$

Довжина сторони клітинки в моделі:

(14)

$$b = \frac{\sqrt{S}}{m} = \frac{\sqrt{540}}{10} = 2,3$$

Відстань між вертикальними електродами в моделі при розміщенні їх по контуру:

(15)

$$a = \frac{4 \cdot \sqrt{S}}{n} = \frac{4 \cdot \sqrt{540}}{24} = 3,8$$

Відносна глибина занурення в землю вертикальних електродів в моделі:

(16)

$$t_{от} = \frac{l_{\epsilon} + t_0}{\sqrt{S}} = \frac{5 + 0,7}{\sqrt{3220}} = 0,1.$$

$$t_{от} = \frac{l_B + t_0}{\sqrt{S}} = \frac{5 + 0,7}{\sqrt{540}} = 0,24$$

Відносна довжина верхньої частини вертикального заземлення, що знаходиться у верхньому шарі ґрунту товщиною h :

(17)

$$l_{от} = \frac{h_c - t_0}{l_{\epsilon}} = \frac{1,8 - 0,7}{5} = 0,22.$$

Визначимо розрахунковий еквівалентний питомий опір землі для заземлюючого пристрою – горизонтальної сітки з пересічних смуг з вертикальними електродами:

$$\rho_{\epsilon} = \rho_{h_{\epsilon, \text{роз}}} \cdot \left(\frac{\rho_{h_{\epsilon, \text{роз}}}}{\rho_{h_{\epsilon, \text{роз}}}} \right)^K = 70 \cdot \left(\frac{300}{70} \right)^{0,209} = 94,98 \text{ Ом/м}, \quad (18)$$

$$K = 0,43 \cdot \left(l_{от} + 0,272 \cdot \ln \frac{a \cdot \sqrt{2}}{l_B} \right) = 0,43 \cdot \left(0,22 + 0,272 \cdot \ln \frac{3,8 \cdot \sqrt{2}}{l_B} \right) = 0,103$$

де

Шуканий розрахунковий опір штучного заземлювача:

$$R_p = A \cdot \frac{\rho_{\epsilon}}{\sqrt{S}} + \frac{\rho_{\epsilon}}{L_{\Gamma} + L_B} = 0,36 \cdot \frac{94,98}{\sqrt{540}} + \frac{94,98}{511,2 + 1248} = 1,5$$

(19)

де $A = 0,444 - 0,84 \cdot t_{от} = 0,444 - 0,84 \cdot 0,1 = 0,36.$

Отримана величина опору розтікання заземлювача $R_p = 1,5 \text{ Ом}.$

Таким чином, штучний заземлювач повинен бути виконаний з горизонтальних сталевих смугових електродів перетином 4x50 мм, загальною довжиною 1248 м і вертикальних електродів у вигляді сталевих стрижнів діаметром 16 мм, довжиною 5 метрів кожен в кількості 24 штуки, розташованих по периметру заземлення рівномірно на відстані 10 м. Глибина занурення електродів в землю 0,7 метра.

ЕКОНОМІЧНА ЧАСТИНА

4.1 Ціль та задачі

В основній частині обґрунтовано необхідність реконструкції системи електропостачання кафедри «Систем електропостачання» та використання сучасного промислового підходу до конструктивного виконання з точки зору ергономіки.

4.2 Розрахунок капітальних витрат

До числа економічних показників відносяться наступні:

- капітальні вкладення на спорудження мережі;
- експлуатаційні витрати;
- економічна ефективність і термін окупності проекту.

Розрахунок капітальних витрат на реконструкцію системи електропостачання лабораторно – навчального комплексу.

Вартість монтажно-налагоджувальних робіт становить 10% від вартості електрообладнання.

Транспортно-заготівельні і складські витрати приймаються у відсотках від вартості обладнання, конструкцій і становлять 7%.

Капітальні витрати на здійснення варіанту розраховуються наступним чином:

$$K = K_{об} + K_{тр} + K_{МН} \quad (4.1)$$

де $K_{об}$ – вартість обладнання, тис. грн;

$K_{тр}$ – транспортно-заготівельні і складські витрати, тис. грн;

$K_{МН}$ – витрати на монтажно-налагоджувальні роботи, тис. грн.

Розрахунок капітальних витрат наведено в таблиці 4.1 за даними заводів-виробників і представників ринку електрообладнання.

Таблиця 4.1 – Капітальні витрати

Найменування	Тип	Питомі капітальні витрати тис.грн/од	кількість, од	Капітальні витрати (тис. грн)
Кабелі несучі конструкції	Скат	0,450	405	182,25
Комплекс комутаційного обладнання	Серія ВА-47-29	0,105	120	12,6
Сервер на базі raspberry pi 3 b+	raspberry pi 3 b+	1,8	15	27
Разом $K_{об} =$				221,85

Монтажно-налагоджувальні роботи	0,1 $K_{об}$	22,185
Транспортно-заготівельні і складські витрати	0,07 $K_{об}$	15,5295
	$K =$	37,7145

$$K = K_{об} + K_{mp} + K_{MH}, = 37,7145 \text{ тис. грн}$$

4.3 Розрахунок експлуатаційних витрат

Основні статті витрат:

1. Амортизаційні відрахування (C_a).
2. Заробітна плата обслуговуючого персоналу (C_z).
3. Відрахування на соціальне страхування (C_c).
4. Витрати на технічне обслуговування і поточний ремонт обладнання і мереж (C_T).
5. Інші витрати ($C_{пр}$).

Таким чином загальні експлуатаційні витрати складуть:

$$Z_{ЭК} = C_a + C_z + C_c + C_T, \text{ тыс. грн} \quad (4.2)$$

1. Річні амортизаційні відрахування C_a на основні фонди обчислюються за балансовою вартістю обладнання (Φ_B) і мінімального (регламентованому) терміну експлуатації:

$$C_a = \Phi_B / T_{\min} \quad (4.3)$$

Таблиця 4.2 – Амортизаційні відрахування

Балансова вартість всього, ($K_{об}$) тис. грн	Мінімальний термін експлуатації основних фондів, рік	Річна сума амортизаційних відрахувань, тис. грн
221,85	5	44,37

$$C_a = 44,37 \text{ тис. грн}$$

2. Річні витрати на технічне обслуговування і поточний ремонт електротехнічного обладнання, включають витрати на матеріали, запасні блоки, певні в процентах від капітальних витрат. Для обладнання релейного захисту приймається в розмірі 1% від капітальних витрат.

Витрати на технічне обслуговування і поточний ремонт:

$$C_T = 0,01 \cdot K = 0,01 \cdot 221,85 = 2,2185 \text{ тис. грн,}$$

Додаткових витрат, пов'язаних з фондом заробітної плати, соціальними відрахуваннями та іншими витратами не передбачаємо, тому що чисельність і режим роботи персоналу залишається незмінним.

$$C_{\Sigma} = C_T + C_a = 2,2185 + 44,37 = 46,5885 \text{ тис. грн.}$$

Таблиця 4.3 – Результати техніко-економічного обґрунтування

Найменування показника	Одиниці виміру	Проектний варіант
Капіталовкладення	тис.грн.	221,85
Амортизація	тис.грн.	44,37
Технічне обслуговування	тис.грн.	2,2185
ЗП та соц.страх.	тис.грн.	46,5885

ВИСНОВКИ

При виконанні дипломного проекту були поставлені і виконані задачі розробки системи електропостачання навчально-лабораторного комплексу кафедри системи електропостачання з врахуванням останніх тенденцій розвитку індустрії на етапі «Індустрії 4.0».

У першому розділі дана загальна характеристика системи електропостачання 9 поверху та виконано розрахунок очікуваних електричних навантажень з врахуванням електроопалення приміщень навчально-лабораторного комплексу. Обрано основне електрообладнання системи електропостачання (кабельні лінії та автоматичні вимикачі).

У другому розділі виконаний вибір кабельних систем для прокладання кабельних ліній від головного розподільчого пристрою до розподільчих пристроїв окремих приміщень та зімкнені систем кабельних лотків для окремих приміщень.

Також був виконаний вибір структури системи збору даних з окремих WI-FI модулів до центрального серверу для обробки, контролю та керування процесами керування параметрами опалення, вентиляції та освітлення.

У третьому розділі був виконаний аналіз шкідливих та небезпечних факторів при експлуатації систем електропостачання навчальних приміщень при використанні систем кабельних лотків та електропроводок відкритого типу.

В економічному розділі була дана економічна оцінка реконструкції системи електропостачання навчально-лабораторного комплексу. Були розраховані капітальні витрати і експлуатаційні витрати.

Список використаних джерел

1. Розрахунки електричних мереж систем електропостачання: Навч. посібник / Г.Г. Півняк, Г.А. Кігель, Н.С. Волотковська; За ред. акад. Г.Г. Півняка. – 3-тє вид., перероб. і доп.- Д.: Національний гірничий університет, 2006. – 216 с.
2. Перехідні процеси в системах електропостачання: Підручник для вузів. Вид. 2-е, доправ. та доп. / Г.Г. Півняк, В.М. Винославський, А.Я. Рибалко, Л.І. Нессен / За ред. Академіка НАН України Г.Г. Півняка – Дніпропетровськ: Національний гірничий університет, 2002. – 597 с.
3. Руководящие указания по расчету токов короткого замыкания и выбору электрооборудования. РД 153–34.0–20.527–98/Под ред. Б. Н. Неклепаева. – М.: Изд-во НЦ ЭНАС, 2002
4. Справочник по проектированию электрических систем. Под редакцией С.С.Рокотяна и И.М. Шапиро. М., «Энергия», 1979
5. Карапетян И.Г., Файбисович Д.Л., Шапиро И.М. Справочник по проектированию электрических сетей. – М.: НЦ Энас, 2006.
6. І. В. Шереметьєва, Л. В. Тимошенко. Методичні вказівки до виконання дипломного проекту для студентів з напрямку підготовки Електротехніка. – Дніпропетровськ: НГА України, 2013.
7. ДСТУ 3008-95. Документація. Звіти у сфері науки і техніки. – Київ,- 1995. –38 с.
8. Електричні мережі систем електропостачання: Навч. посібник/ Г.Г.Півняк, Г.А.Кігель, Н.С.Волотковська, Л.П.Ворохов, О.Б.Іванов: За ред. академіка НАН України Г.Г.Півняка. – Дніпропетровськ: Національний гірничий університет, 2003.-316 с.
9. Межотраслевые правила по охране труда по эксплуатации электротехнических установок.- М.: НЦ ЭНАЦ, 2001.- 216 с.

10. Пивняк Г.Г. , Кигель Г.А., Волотковская Н.С. Расчет электрических сетей систем электроснабжения. – Днепропетровск: НГУ, 2002. – 219с.
11. Белов С.В. Безопасность жизнедеятельности. – М.: Высшая школа, 2007.
12. Девисилов В.А. Охрана труда. – М.: Форум, 2006.
13. Релейная защита и автоматика систем электроснабжения: Учебник для вузов / В.А. Андреев. – 4-е изд. перераб и доп. – М.: Высш. шк., 2006. – 639 с.: ил.
14. Андреев В.А. Релейная защита, автоматика и телемеханика в системах электроснабжения. – М.: Высшая школа, 1985. – 390с.
15. ГКД 341.004.001 – 94 Міненерго України “Норми технологічного проектування підстанцій змінного струму з вищою напругою 10 – 750 кВ”. – К., 1994.
16. Рожкова Л. Д., Козулин В. С. Электрооборудование станций и подстанций: Учебник для техникумов. – М.: Энергия, 1980
17. Правила устройства электроустановок. – 7-е издание – М.: Энергоатомиздат, 2006.

Додаток А

		Позначення	Найменування	Кількість	Примітка
1					
2			Документація		
3					
4	A4	СЕП.ПД.19. .ПЗ	Пояснювальна записка		
5					
6			Графічні матеріали		
7					
8	A1	СЕП.ПД.19. .01.ГЧ	План 9 поверху кафедри «Систем електропостачання»	1	
9	A1	СЕП.ПД.19. .02.ГЧ	Однолінійна схема системи електропостачання кафедри «Систем електропостачання»	1	
10					
11					
12					